



Erdbeobachtungssysteme

Dynamische Re - Konfiguration eines FPGAs mittels internem Controller

FPGA Workshop Dezember 2012

Quelle: Bild: ESA – Erprobungssatelliten im Weltall

04.12.2012

Markus Dick, M. Eng.

m.dick@fz-juelich.de

Überblick

- Vorstellung der Abteilung EOS
- Randbedingungen (z.B. Strahlungseinflüsse im Weltraum)
- Realisierung und Messergebnisse
 - Dynamische Re – Konfiguration des FPGAs
 - SelectMAP
 - ICAP
- Zusammenfassung

Was?

Austausch von Spurengasen,
Schadstoffaustausch,
chemische Umwandlungen

Wie?

IR-Spektroskopie
der Luftschichten

Warum?

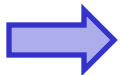
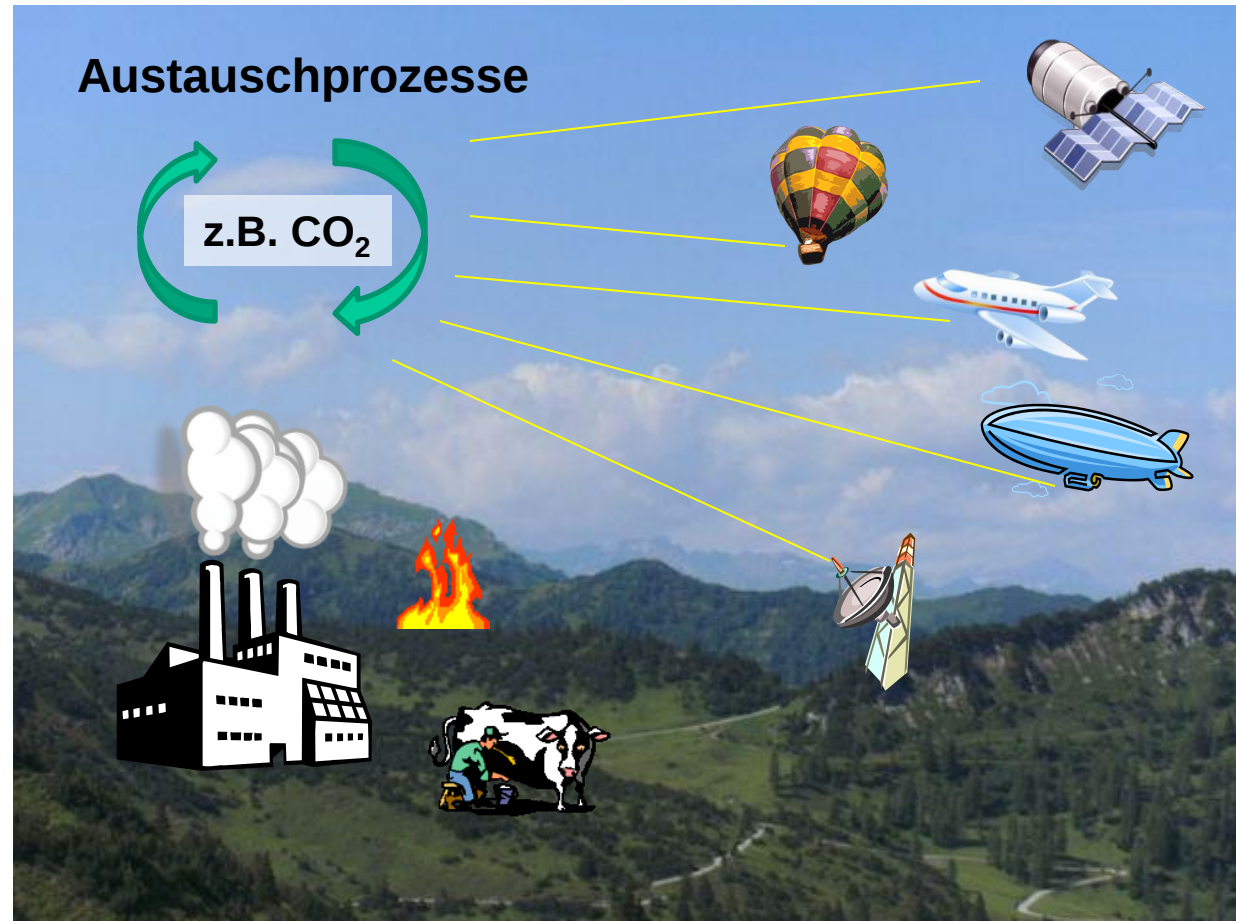
weitergehende Ansätze
zum Klimaschutz finden

Wer?

Forschungszentrum
Jülich (FZJ) und
Projektpartner des KIT

Wo?

Troposphäre (0 bis 17km)
Stratosphäre (bis zu 50km)



Von welchem Ausgangspunkt kann gemessen werden?

Flugzeug



Flughöhe: ca. 15-18 km
Flugzeit: ca. 8-10 Std.
Wartung: nach dem Flug
bzw. Fernwartung

Randbedingungen:
Vibrationen, Kälte

Wetterballon



Flughöhe: bis 40 km
Flugzeit: < 30 Std.
Wartung: nach dem Flug
bzw. Fernwartung

Randbedingungen:
Kälte, Vakuum

Satellit



Flughöhe: 500 – 800 km (LEO)
Flugzeit: > 4 Jahre
Wartung: Fernwartung

Randbedingungen:
Starke Kräfte beim Start,
Temperaturzyklen, Vakuum,
Kosmische Strahlung

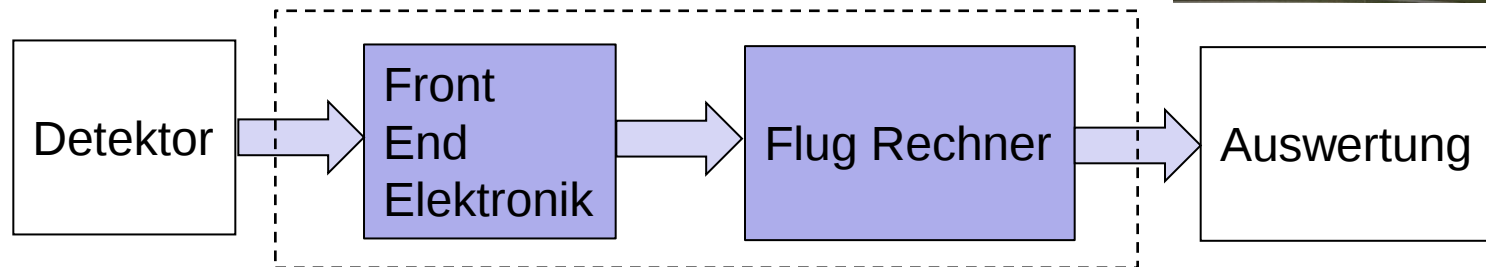
Wir entwickeln und erstellen umfassende elektronische Systeme und Lösungen für wissenschaftliche Instrumente, wobei Signal- und Bildgebende Systeme auf fliegenden Trägern im Vordergrund stehen.

Projekte:

Kompsat-3A: Entwicklung einer Infrarot Detektor Ausleseelektronik zum Einsatz auf einem **Satelliten**. (Abgeschlossen)



GLORIA: Ziel ist es erstmals ein detailliertes globales Bild des Tropopausenbereichs zu liefern.

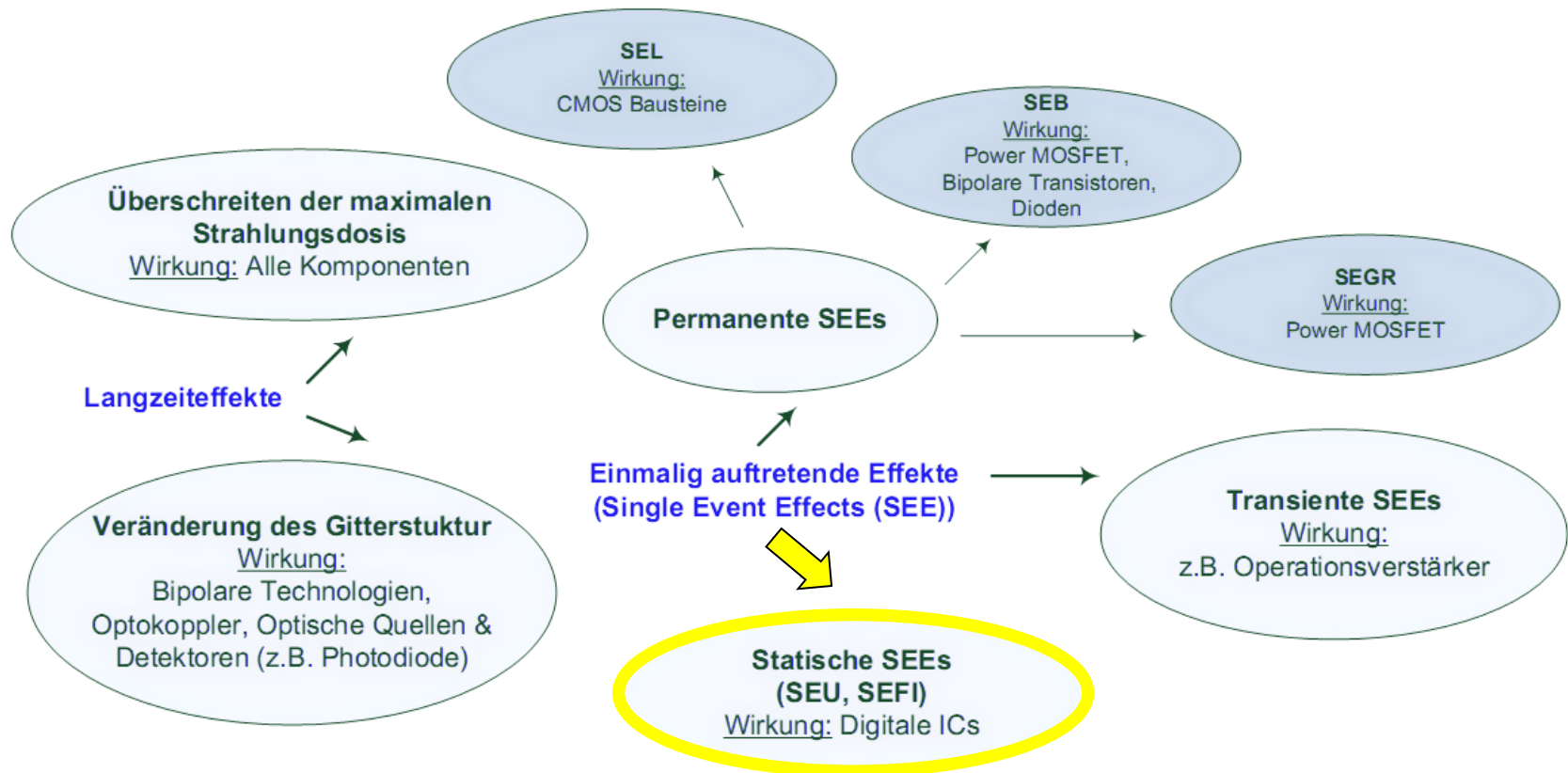


Was muss beachtet werden um Elektronik im Weltraum einzusetzen?

Randbedingungen und Störeinflüsse im Weltraum

- **Vibrationen und Beschleunigungen** bei der Startphase der Trägerrakete
- **Temperaturschwankungen** (120°C bis -80°C) aufgrund von Sonnen- und Schattenzyklen im Orbit
- **Vakuum** (Problem: z.B. Aufplatzen von Kondensatoren, Abführen von thermischer Energie)
- **100%ige Funktion** → eingeschränkter Zugriff von der Bodenstation
- Höhere **Strahlungsmengen** im Vergleich zu Erde (**hoch energetische Teilchenstrahlung**)

Wie wirkt die Teilchenstrahlung auf die Elektronik ?



Wie oft tritt ein SEU auf?

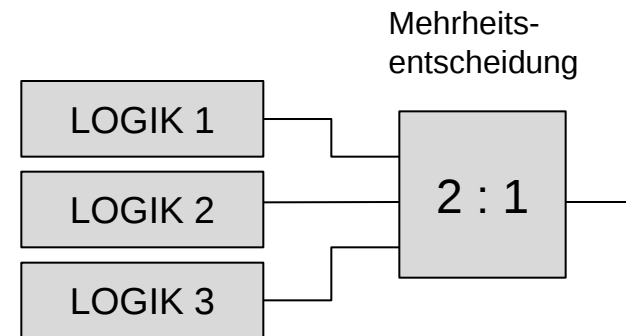
Quelle: Joshua D. Engel, Michael J. Wirthlin, Keith S. Morgan, Paul S. Graham, ed., Predicting On-Orbit Static Single event Upset rates in Xilinx Virtex FPGAs, Los Alamos National Laboratory, 2006. LA-UR-06-8178.

Beispiel eines Virtex-II (2V6000) FPGAs

Orbit	Altitude (km)	Inclination (degrees)	Upset Rate (SEU/device/day)	MTBF (Time/Event)
LEO	400	51.6°	0.67	1.5 days
LEO	800	22.0°	9	2.7 hrs
Polar	833	98.7°	6	4 hrs
Const.	1,200	65.0°	25	58 min
GEO	36,000	0.0°	0.47	2.1 days

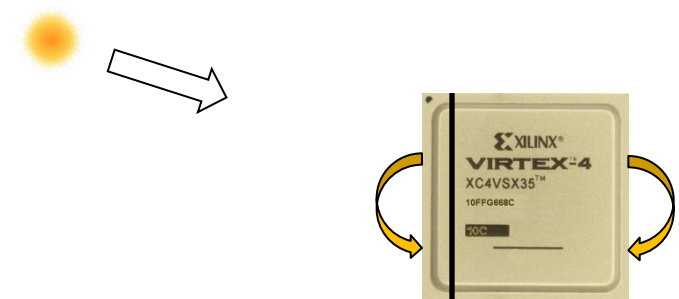
Was wird gegen die Strahlungseinflüsse unternommen?

- Einsatz von strahlungsfesten Bauteilen
 - **Teuer**
 - Evtl. **Qualifikation** von Bauteilen erforderlich
 - Entwicklung spezieller Gehäuse
- TMR Triple Module Redundancy
 - Dreifache Implementierung der FPGA Logik
 - Mehrheitsentscheider an den Ausgängen
 - **Fängt nur ein SEU auf**



Aktuelle Lösungsansätze:

- Sicherung der FPGA Konfiguration
→ *Periodisches Auffrischen der Konfiguration*

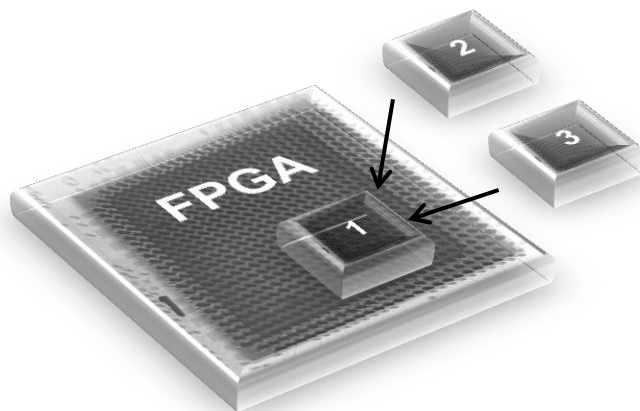


Realisierung

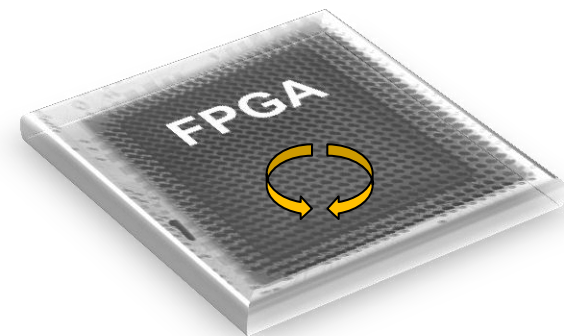
Was gibt es für Re – Konfigurationstechniken?



**Partielle dynamische
Re - Konfiguration**



**„Komplette“ dynamische
Re - Konfiguration**



=> Komplette dynamische Re - Konfiguration

Mögliche Schnittstelle

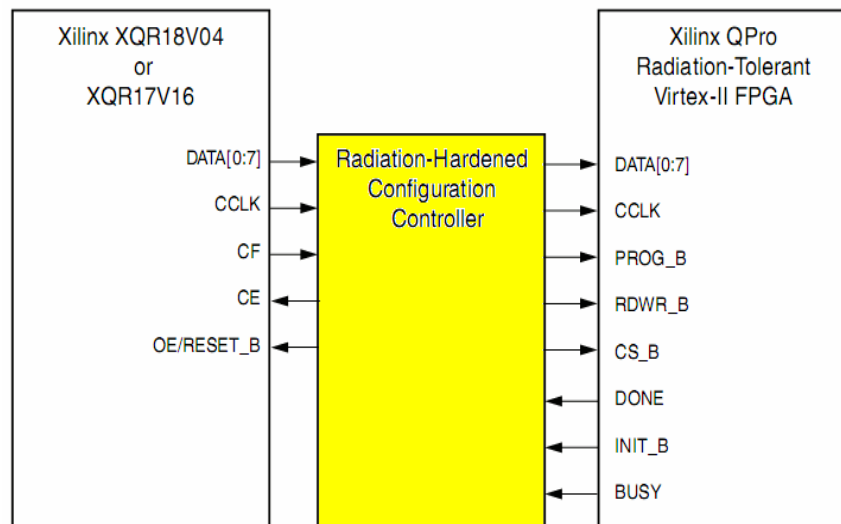


SelectMAP Schnittstelle

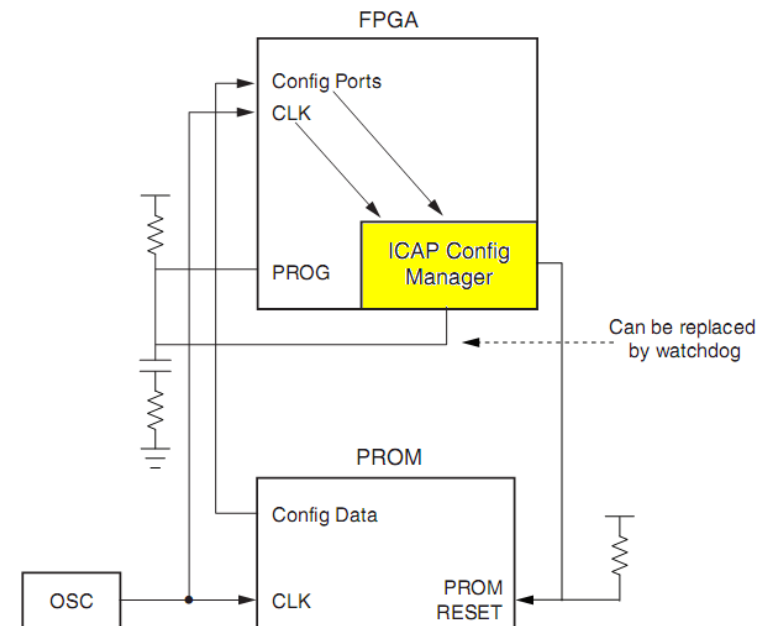


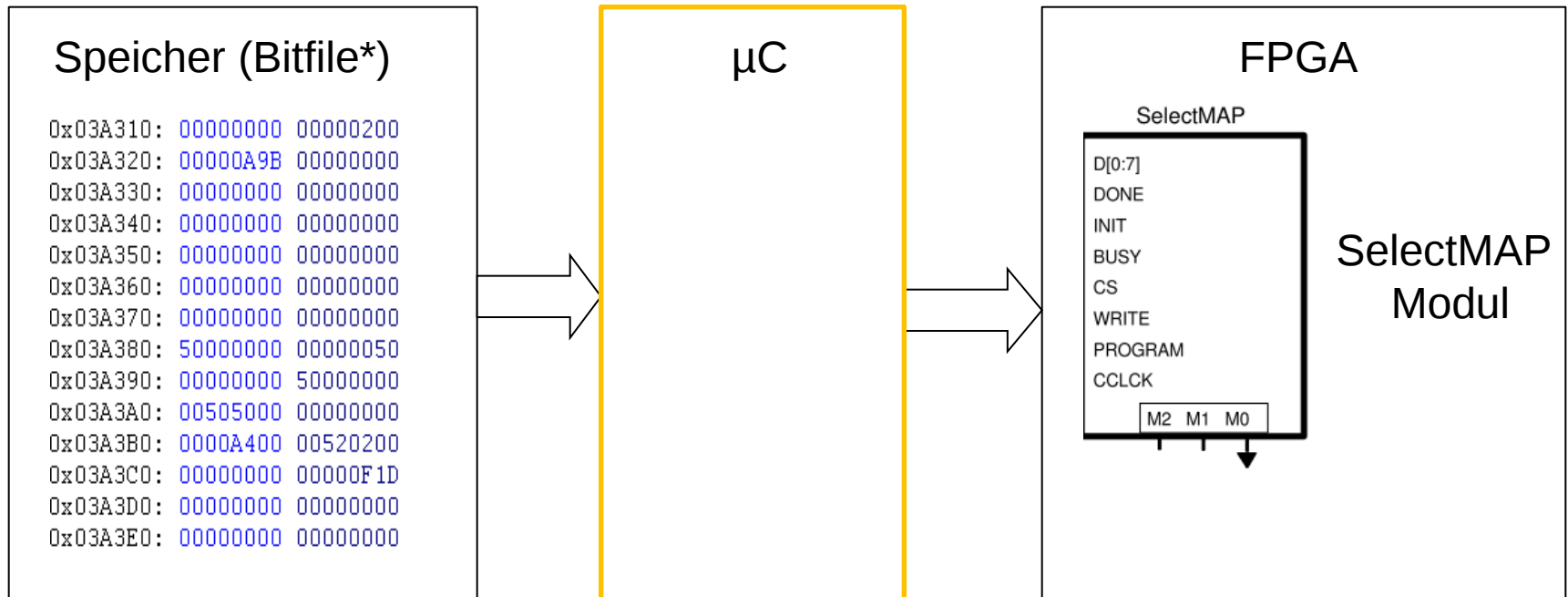
ICAP Schnittstelle

Externe Konfiguration (ext. μ C)



Interner Konfigurationskontrolller

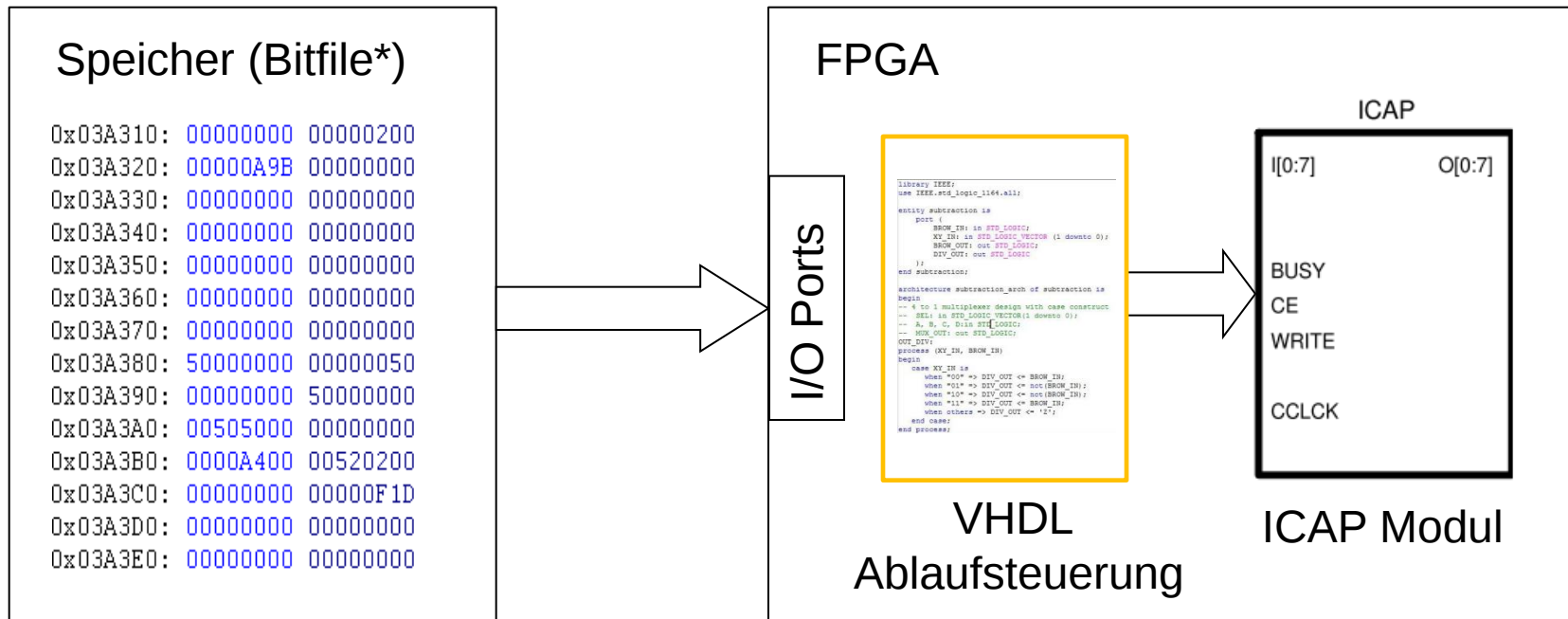




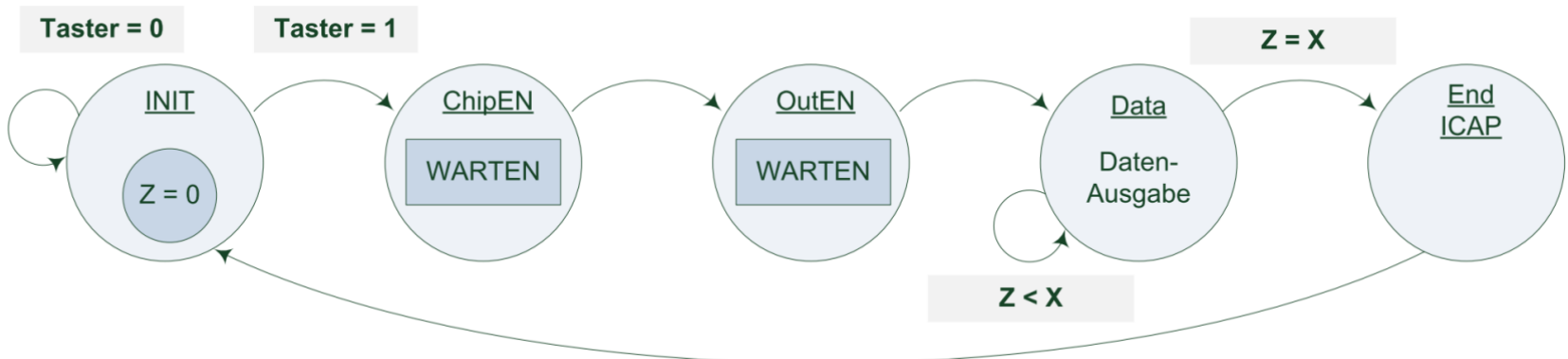
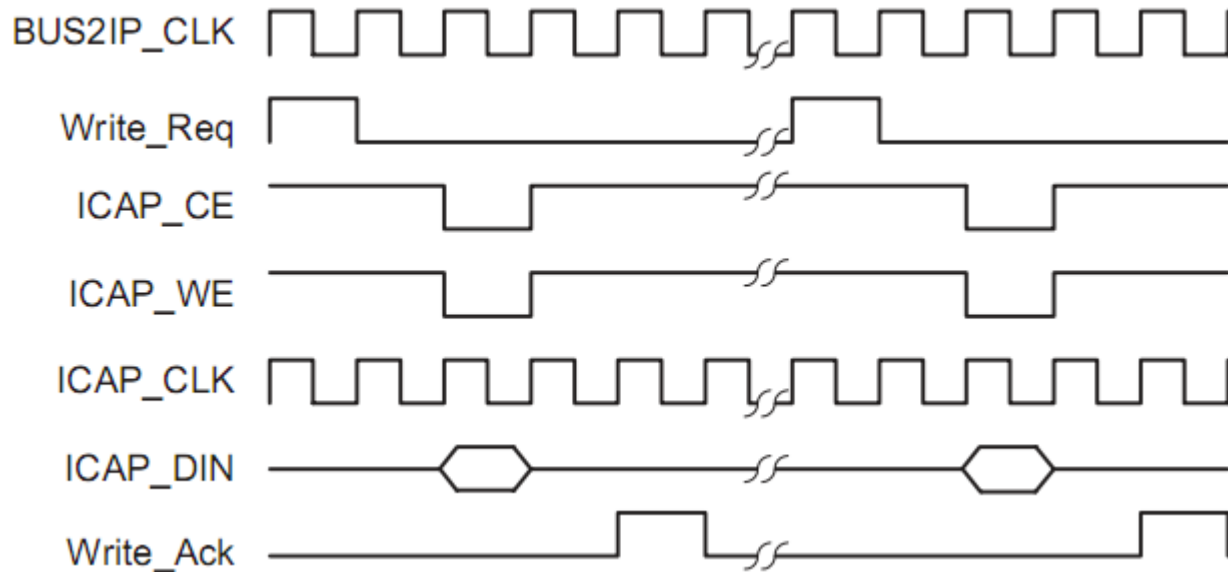
Nachteil:

externer μ C → Anfällig gegen Störeinflüsse

Realisierung: VHDL Statemachine fürs ICAP

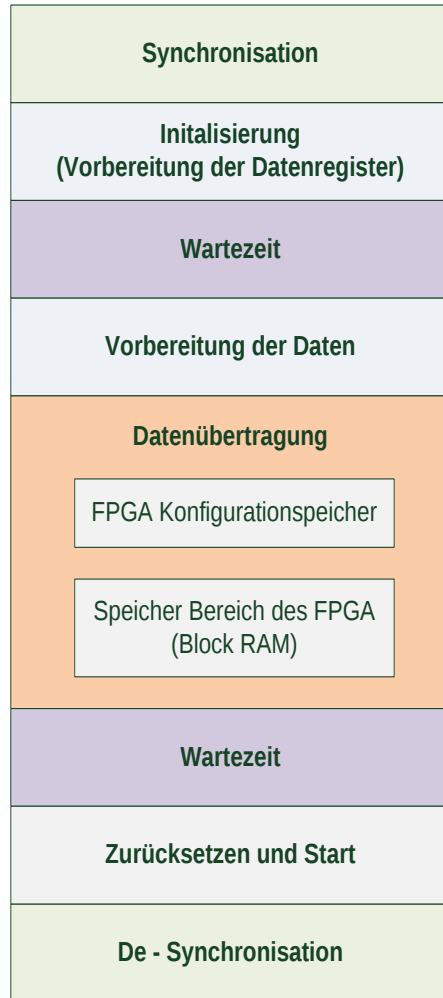


Realisierung: VHDL Statemachine fürs ICAP

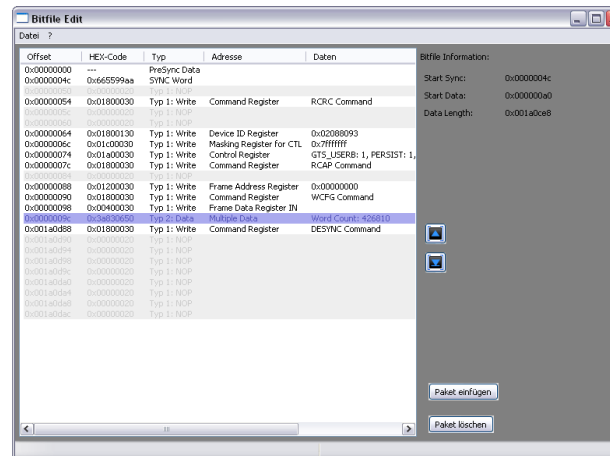


Quelle Bild (oben): XILINX - Vince Eck, Punit Kalra, Rick LeBlanc, and Jim McManus – XAPP662 - In-Circuit Partial Reconfiguration of RocketIO Attributes

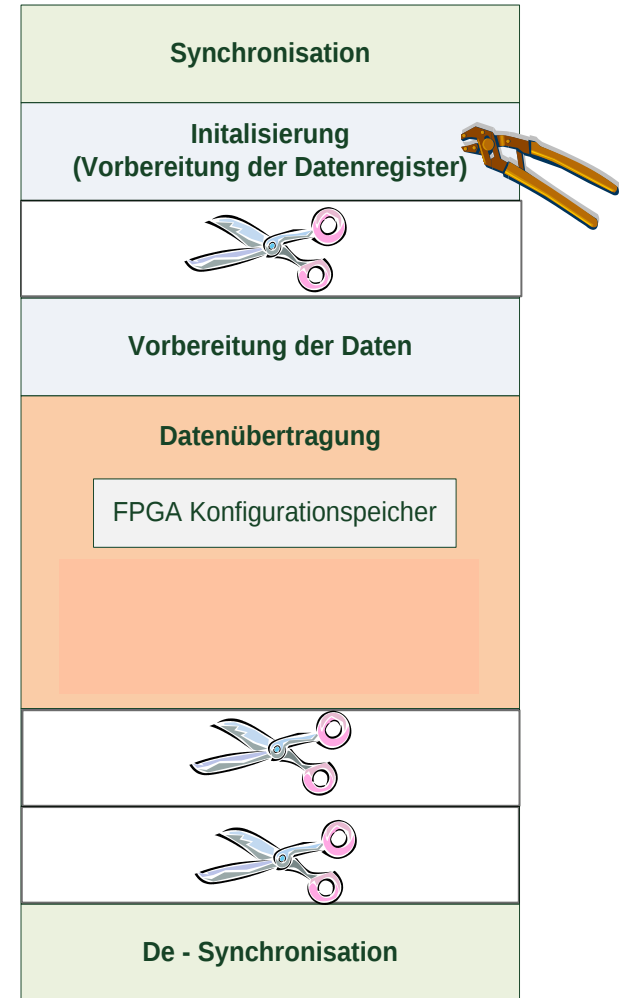
Binärdatei



Bearbeitung



Binärdatei*



1. Binärdatei (Lauflicht „links.bit“)



2. Binärdatei*
(Für die Re – Konfiguration
„links_SR.bit“)



3. Binärdatei_SEU („links_SEU“)



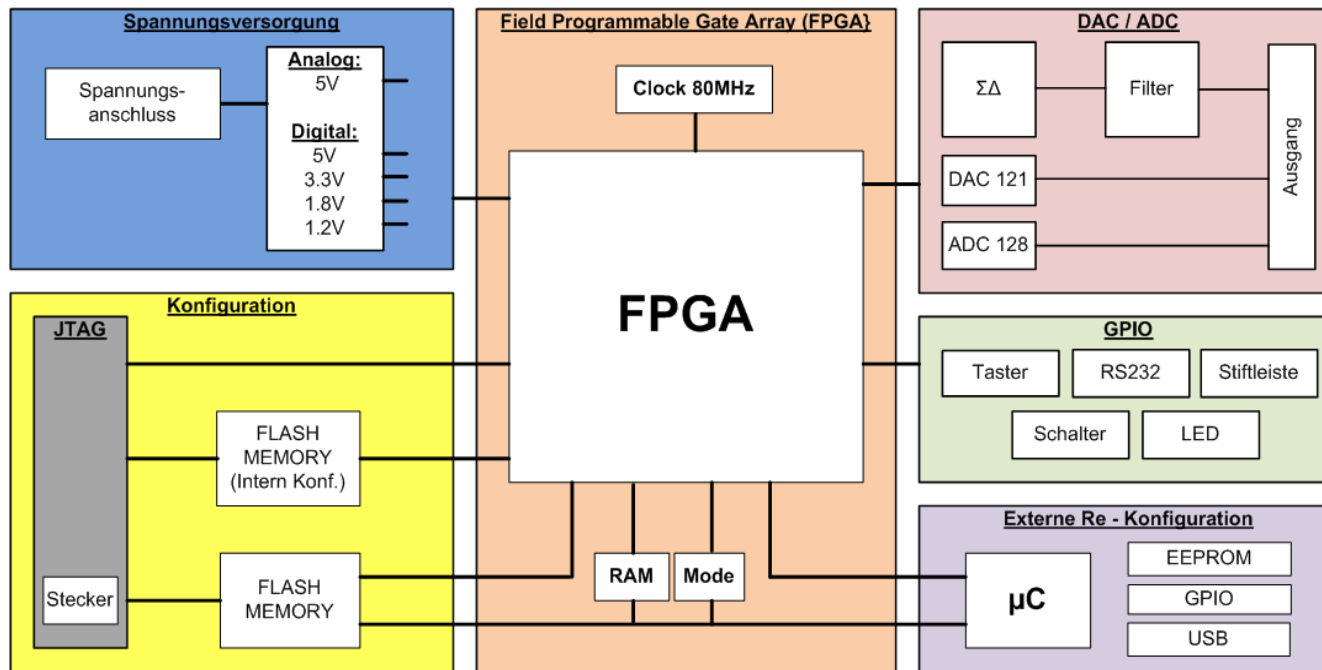
Texteditor

0x03A310:	00000000	00000200	00000000	20000000	.....
0x03A320:	00000A9B	00000000	00000000	00000000	...I.....
0x03A330:	00000000	00000000	00000000	00000000	.....
0x03A340:	00000000	0000			.....
0x03A350:	00000000	0000			.....
0x03A360:	00000000	00000000	00000000	00000000	.....
0x03A370:	00000000	00000000	005000	00000000	PP.....
0x03A380:	50000000	00000050	00000000	00000000	P.....P.....
0x03A390:	00000000	50000000	00040000	00000000	P....
0x03A3A0:	00505000	00000000	00000000	00000000	.PP.....
0x03A3B0:	0000A400	00520200	40000000	02220000	..R..@.."
0x03A3C0:	00000000	00000F1D	00000000	00000000	.....
0x03A3D0:	00000000	00000000	00000000	00000000	.....
0x03A3E0:	00000000	00000000	00000000	00000000	.....
0x03A3F0:	00000000	00000000	00000000	00000000	.....
0x03A400:	00000000	00000000	00000000	00000000	.....
0x03A410:	00000000	00000000	50000000	00000000	P.....

SEU Simulation

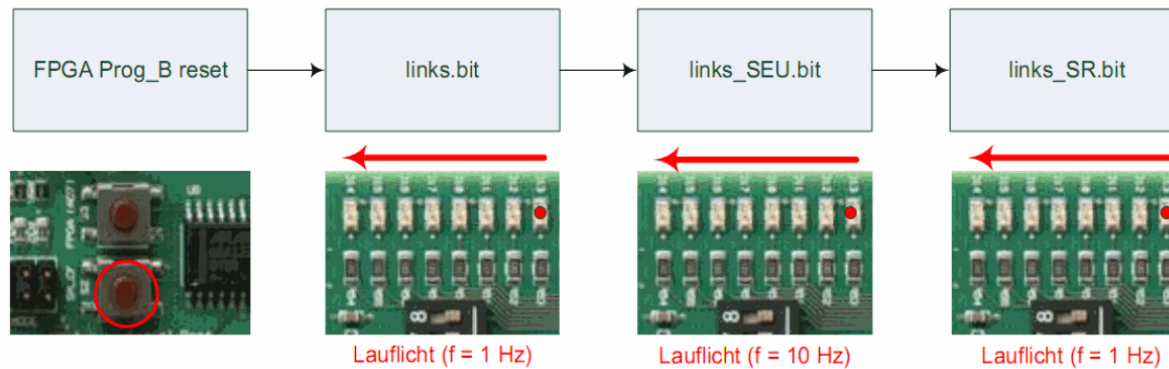


Testumgebung

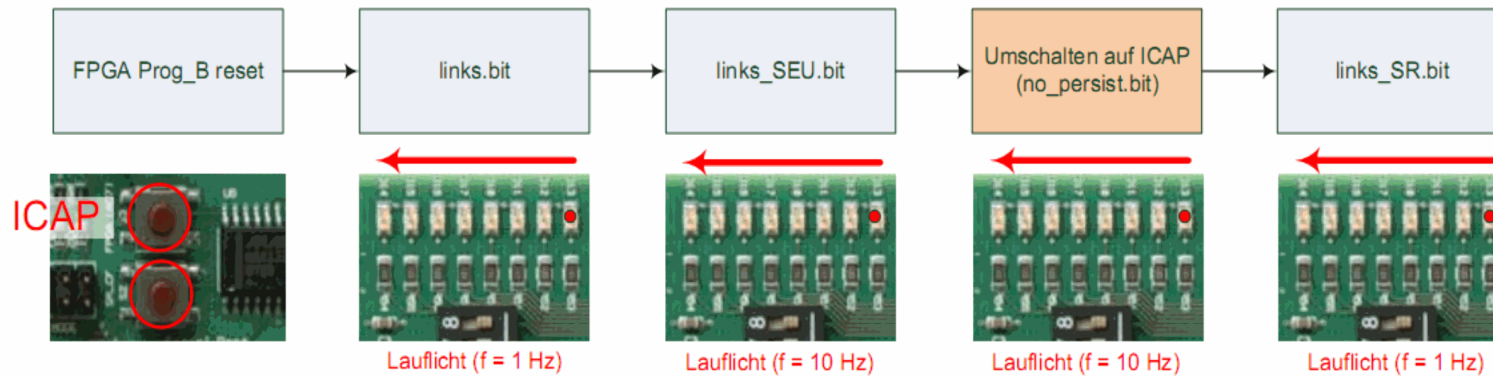


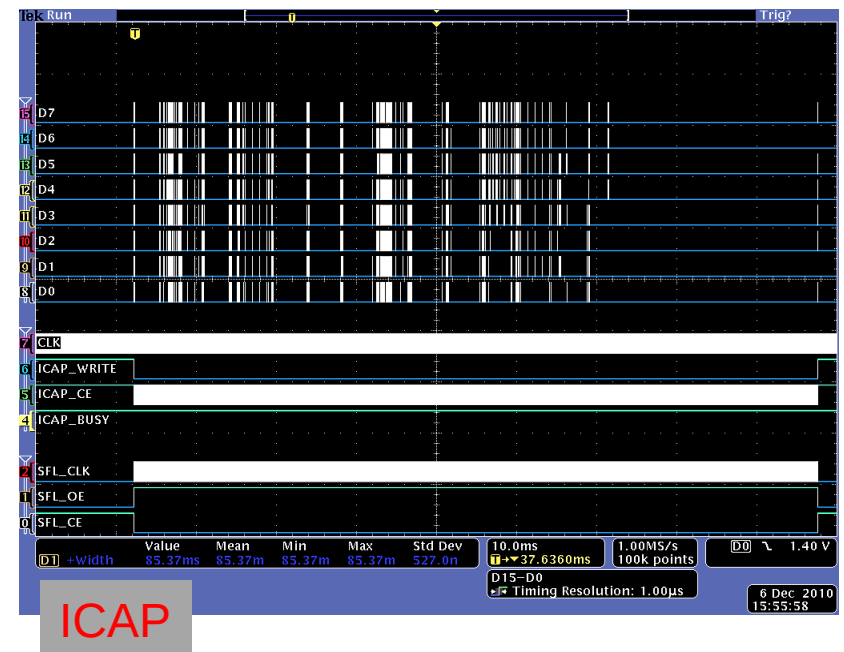
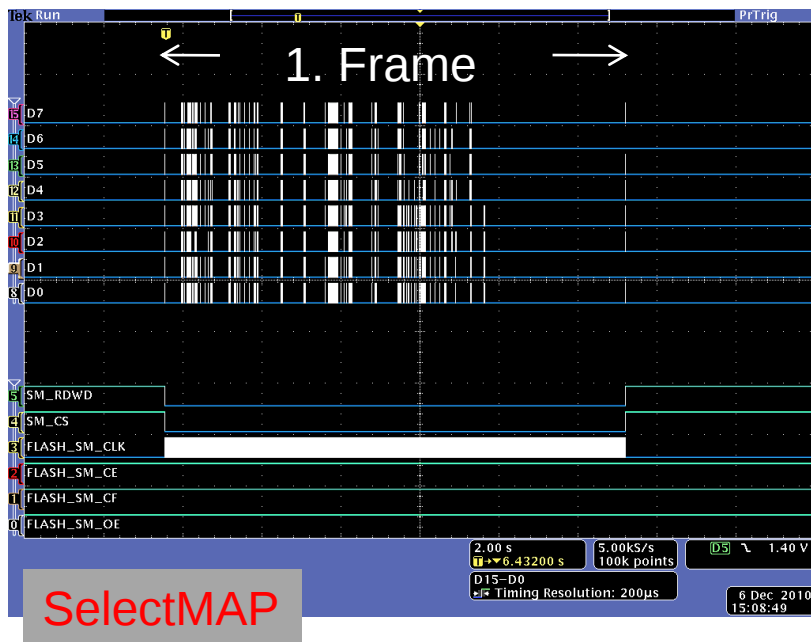
Messergebnisse

SelectMAP:



ICAP:





SelectMAP Schnittstelle:

Externer Mikrokontroller → Speicher Beschränkung → Übertragung von mehreren Paketen → **Übertragung im Bereich von mehreren Sekunden**

ICAP Schnittstelle:

Interner Ablaufsteuerung → **Re - Konfiguration im Bereich von 85ms**

Zusammenfassung

Neue Sicherungstechnologien zum Einsatz eines FPGA im Weltraum wurden erarbeitet:

➤ **Re – Konfiguration mittels ICAP**

- ➔ Ablaufsteuerung für die ICAP Schnittstelle
- ➔ Softwareoberfläche zur Bearbeitung der Binärdateien
- ➔ Kein externer Mikrocontroller notwendig
- ➔ Dynamische Re – Konfiguration in ca. 85ms

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Haben Sie noch Fragen?

m.dick@fz-juelich.de